

# Füllanlagen für Getränke

Ein Kompendium zur Reinigungs-, Füll- und  
Verpackungstechnik für Einweg- und Mehrwegflaschen, Dosen,  
Fässer und Kegs

Hans-J. Manger



Im Verlag der VLB Berlin

Die Deutsche Nationalbibliothek (DNB) verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie.  
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

**Kontaktadresse:**

Dr. sc. techn. Hans-J. Manger  
Pflaumenallee 14  
15234 Frankfurt (Oder)  
E-mail: [hans.manger@t-online.de](mailto:hans.manger@t-online.de)

2. überarbeitete Auflage 2022

Titelfoto: KRONES AG

ISBN 978-3-921690-97-0

© VLB Berlin, Seestraße 13, D-13353 Berlin, [www.vlb-berlin.org](http://www.vlb-berlin.org)

Alle Rechte, insbesondere die Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten.

Kein Teil des Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen in Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

All rights reserved (including those of translation into other languages).

No part of this book may be reproduced in any form.

Herstellung: VLB Berlin, PR- und Verlagsabteilung

Druck: Best Preis Printing, Gilching

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis, detailliert	5
Abkürzungen	25
Bildnachweis	27
Vorwort	28
0. Einführung und allgemeine Hinweise	30
1. Allgemeines zu Füllanlagen für Getränke	33
2. Die Struktur von Füllbetrieben und Füllanlagen	35
3. Wichtige Begriffe zur Einschätzung von Füllanlagen	47
4. Entwicklungstrends neuzeitlicher Füllanlagen	49
5. Packmittel und Packhilfsmittel für die Getränkefüllung	51
6. Anlagen für Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse	147
7. Transportanlagen	167
8. Anlagen für die Palettierung	223
9. Packanlagen	247
10. Anlagen für die Entfernung von Verschlüssen und Ausstattungselementen	267
11. Sortieranlagen für Behälter und Kästen	271
12. Mehrweg-Flaschenreinigungsanlagen	278
13. Einweg-Behälterreinigungsanlagen	321
14. Kastenreinigungsanlagen	331
15. Inspektionsanlagen für Behälter und Anlagen zum Ausschleusen	333
16. Füllmaschinen für Flaschen	356
17. Füllmaschinen für Dosen	457
18. Füllmaschinen und -anlagen für Kunststoffflaschen	469
19. Anlagen für die Kunststoffflaschenherstellung	478
20. Anlagen für die aseptische Füllung	490
21. Verschleißmaschinen	511
22. Kontrollanlagen für gefüllte Gebinde und Packungen	570
23. Anlagen für die Ausstattung und Kennzeichnung	572
24. Anlagen für die Verbesserung der biologischen Haltbarkeit	643
25. Anlagen für die Fassreinigung und -füllung	696
26. Anlagen für die Keg-Reinigung und -Füllung	717
27. Biertransport in Tankwagen, Containern und Kellertanksysteme	759
28. Getränkeschankanlagen	762
29. Anlagen für die AfG-Herstellung	765
30. Anlagen für die Füllung von sonstigen Packungen	793
31. CIP-Anlagen, Chemikalienlagerung	798
32. Anlagen für die Ver- und Entsorgung; periphere Anlagen	801
33. Wartung und Instandhaltung	806
34. Werkstoffe	811

35. Raumgestaltung für Füllanlagen	818
36. Die Planung von Füllanlagen für Bier und AfG	826
37. Abnahme von Füllanlagen, Gewährleistungen	878
38. Betriebsdatenerfassung, Anlagensteuerung und Sensoren	886
39. Elektrische Antriebe und Pumpen	891
40. Verbrauchswerte, Kennzahlen	911
41. Unfallverhütung, technische Sicherheit, Hygiene	912
42. Glossar	915
Stichwortverzeichnis	919
Quellennachweis	937

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	25
Bildnachweis	27
0. Einführung und allgemeine Hinweise	30
1. Allgemeines zu Füllanlagen für Getränke	33
2. Die Struktur von Füllbetrieben und Füllanlagen	35
3. Wichtige Begriffe zur Einschätzung von Füllanlagen	47
4. Entwicklungstrends neuzeitlicher Füllanlagen	49
5. Packmittel und Packhilfsmittel für die Getränkefüllung	51
5.1 Allgemeine Übersicht	51
5.2 Packstoffe	53
5.2.1 Übersicht und Anforderungen an Packstoffe	53
5.2.2 Behälterglas	54
5.2.3 Kunststoffe	57
5.2.3.1 Gaspermeation	57
5.2.3.2 Beschichtungen	61
5.2.4 Metallische Packstoffe	63
5.2.6 Prüfkriterien für Packstoffe	65
5.3 Packmittel	66
5.3.1 Allgemeine Hinweise	66
5.3.2 Flaschen aus Glas	66
5.3.3 Flaschen aus Kunststoffen	69
5.3.4 Flaschen aus Aluminium	73
5.3.5 Flaschenmündungen	74
5.3.6 Flaschenverschlüsse	76
5.3.6.1 Kronenkorken	78
5.3.6.2 Drehkronenkorken	82
5.3.6.3 Verpackungen für Kronenkorken und Lagerung	82
5.3.6.4 Kunststoff-Schraubverschlüsse	83
5.3.6.5 Tethered Caps	87
5.3.6.6 Aluminium-Anrollverschlüsse	88
5.3.6.7 Aufreißverschlüsse	90
5.3.6.8 Korken und Stopfen	90
5.3.6.9 Bügelverschlüsse	93
5.3.6.10 Hebelverschlüsse	94
5.3.6.11 Nockenverschluss	94
5.3.6.12 Sonstige Verschlüsse	94
5.3.7 Flaschenkästen	95
5.3.8 Faltschachteln	98
5.3.9 Trays	99

5.3.10 Wrap-Around-Packungen	101
5.3.11 Folien	101
5.3.12 Mehrstück-Packungen	103
5.3.13 Getränkedosen	105
5.3.14 Partydose/Partyfass	108
5.3.15 Transport-Fässer	109
5.3.15.1 Allgemeines	109
5.3.15.2 Holzfass	110
5.3.15.3 Metallfass	111
5.3.15.4 Kennzeichnung von Fässern	112
5.3.16 Kegs	112
5.3.16.1 Allgemeines	112
5.3.16.2 Bauformen	113
5.3.16.3 Weitere Ausschanksysteme	117
5.3.16.4 Kennzeichnung der Kegs	118
5.3.16.5 Softdrink-Container/-Kegs	119
5.3.16.6 Zapfköpfe für Keg-Fittinge	119
5.3.16.7 Kegreparaturen	122
5.3.16.8 Einweg-Behälter	123
5.3.17 Container/Tankwagen	124
5.3.18 Sonstige Packungen	124
5.3.18.1 Bier-Siphon:	124
5.3.18.2 Großgebilde aus Glas oder Kunststoff	124
5.3.18.3 Kartonverpackungen	124
5.3.18.4 Beutel-Verpackungen	125
5.3.18.5 Bag-In-Box-System	125
5.3.19 Paletten	126
5.3.20 Neue Präsentationskonzepte	128
5.3.20.1 Dolly-Systeme	128
5.3.20.2 System Logipack	130
5.4 Packhilfsmittel	130
5.4.1 Etiketten	130
5.4.1.1 Allgemeine Übersicht	130
5.4.1.2 Etiketten aus Papier	133
5.4.1.3 Selbstklebe-Etiketten	136
5.4.1.4 Etiketten aus Kunststofffolien	136
5.4.1.5 Flaschenhalsfolien aus Aluminium	138
5.4.1.6 Verschlusskappen-Etiketten	138
5.4.2 Flaschenausstattungen	139
5.4.3 Verschluss-Sicherungen	139
5.4.4 Klebstoffe	140
5.4.5 Folien und Folienetiketten	145
5.4.6 Klebebänder	145
5.4.7 Ladungssicherung	145
5.5 Packmittelprüfungen	146

6. Anlagen für Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse	147
6.1 Allgemeiner Überblick	147
6.2 Flurfördersysteme	148
6.2.1 Gabelstapler	148
6.2.2 Fahrerlose Flurförderfahrzeuge für die Intralogistik	151
6.2.3 Horizontalförderer	152
6.2.2.1 Allgemeines	152
6.2.2.2 Rollenbahn-, Tragketten-, Schleppketten-Förderer	153
6.2.2.3 Hängebahnen	153
6.3 Lagersysteme für Leer- und Vollgut	153
6.3.1 Allgemeine Hinweise	153
6.3.2 Blockstapellager	154
6.3.3 Blockfließlager	156
6.3.4 Durchlaufregallager	156
6.3.5 Hochregallager	156
6.3.6 Freiflächen als Lager	159
6.3.7 Kapazitätsberechnungen	161
6.4 Spezielle Ladesysteme	162
6.4.1 Heckladesysteme	162
6.4.2 Ladekrane	163
6.4.3 Portalkräne	164
6.5 Kommissionierung	165
6.6 Ladehallen	165
7. Transportanlagen	167
7.1 Allgemeiner Überblick	167
7.2 Förderer für Flaschen und Dosen	168
7.3 Förderer für Flaschen aus Kunststoff	176
7.4 Förderer für Dosen	180
7.5 Spezielle Förderer/Kreisförderer, Klemmsterne, Gebindewender	182
7.6 Zusammenführungen, Auseinanderführen, Verteiler für Gebinde	185
7.7 Pufferstrecken	189
7.7.1 Allgemeine Hinweise	189
7.7.2 Die Speicherflächenbelegung und Speicherberechnung	192
7.7.3 Dynamische Speicher mit mechanischer Blockung	193
7.7.4 Mechanische Blockung mit Bypass-Speicher	196
7.8 Förderer für Kästen	198
7.8.1 Allgemeine Bemerkungen	198
7.8.2 Rollenbahn-Förderer	198
7.8.3 Gurtbandförderer	199
7.8.4 Tragketten-Förderer	200
7.8.5 Zubehör für Kastenförderer	201
7.8.5.1 Linienverteiler	201
7.8.5.2 Kasten-Drehvorrichtungen	203
7.8.5.3 Kastenstopper	204

7.9 Förderer für Kartons, Mehrstückpackungen, Trays	204
7.10 Förderer für Paletten	204
7.11 Zubehör für die Palettenförderung	210
7.11.1 Paletten-Eckumsetzer	210
7.11.2 Paletten-Drehtische	210
7.11.3 Paletten-Verschiebewagen	212
7.11.4 Zentrieranlagen für Paletten- und Kastenstapel	214
7.11.5 Paletten-Aufgabe-/Abgabe-Stationen	214
7.12 Speicher für Kästen und Paletten	215
7.13 Antriebe und Steuerungskonzepte für Förderer und Maschinen	217
7.14 Bandschmieranlagen	219
7.15 Reinigung von Transportanlagen	221
7.16 Sonstiges	222
<b>8. Anlagen für die Palettierung</b>	<b>223</b>
8.1 Allgemeine Hinweise	223
8.2 Palettieranlagen	224
8.2.1 Allgemeine Hinweise	224
8.2.2 Grundprinzipien der Palettierung	225
8.2.3 Grundaufbau eines Palettierers	229
8.2.4 Ladekopf	229
8.2.5 Verschiebeplattform	232
8.3 Palettierroboter	233
8.3.1 Säulenroboter	233
8.3.2 Portalroboter	233
8.3.3 Knickarmroboter	235
8.4 Zubehör für Palettieranlagen	236
8.4.1 Anlagen für die Palettenkontrolle	236
8.4.2 Palettenstapelanlagen	237
8.4.3 Palettenmagazin	238
8.4.4 Palettendoppler	238
8.4.5 Palettenstapler	238
8.4.6 Palettenwechsler	239
8.4.7 Anlagen für die Sicherung der Palettenladung	239
8.4.8 Kennzeichnung von Paletten	241
8.4.9 Anlagen zur Entfernung der Ladungssicherung	241
8.4.10 Sonstiges Zubehör	241
8.5 Neuglasabschieber/-abheber	242
8.6 Dosenabräumer	243
8.7 Kunststoffflaschenabschieber und -palettierer	245
8.8 Palettenförderung/Senkrechtförderer	246
<b>9. Packanlagen</b>	<b>247</b>
9.1 Allgemeine Hinweise	247

9.2 Packanlagen für Mehrwege-Behälter	248
9.2.1 Aufbau eines Packers	248
9.2.2 Antriebsvarianten für Packer	248
9.2.3 Packköpfe	256
9.2.4 Packtulpen und andere Arbeitsorgane	257
9.2.5 Zubehör für Packmaschinen	257
9.2.5.1 Packkopfwechseleinrichtung/Packkopfmagazin	257
9.2.5.2 Flaschendrehvorrichtungen/-ausrichtung	259
9.2.5.3 Heißklebeanlagen	259
9.2.5.4 Schmelzklebstoffe	259
9.2.5.5 Verschluss mittels Selbstklebeband	260
9.3 Packanlagen für Einweg-Behälter	260
9.3.1 Allgemeine Bemerkungen	260
9.3.2 Anlagen für Mehrstückpackungen	261
9.3.3 Sammelpackanlagen	262
9.3.3.1 Traypacker	262
9.3.3.2 Tragegriffspender	263
9.3.3.4 Mehrfachstapler	264
9.4 Anlagen für Kartonverpackungen	265
10. Anlagen für die Entfernung von Verschlüssen und Ausstattungs-elementen	267
10.1 Allgemeine Hinweise	267
10.2 Anlagen zur Entfernung von Kronenkorken	267
10.3 Anlagen zur Entfernung von Schraubverschlüssen	268
10.4 Anlagen zur Entfernung von Etiketten und Folien	269
10.5 Anlagen zum Öffnen von Bügelverschlüssen	270
11. Sortieranlagen für Behälter und Kästen	271
11.1 Allgemeine Bemerkungen	271
11.2 Sortieranlagen für Kästen	273
11.3 Sortieranlagen für Behälter	273
11.4 Robotereinsatz beim Sortieren	274
11.5 Ausleiteinrichtungen für Kästen	276
12. Mehrweg-Flaschenreinigungsanlagen	278
12.1 Allgemeine Aufgabenstellung und Hinweise	278
12.2 Bauformen für Flaschenreinigungsmaschinen	278
12.3 Wesentliche Baugruppen der Flaschenreinigungsmaschinen	281
12.3.1 Flaschenaufgabe	281
12.3.2 Flaschenabgabe	284
12.3.3 Flaschenträgerkette	285
12.3.4 Flaschenzellenträger	285
12.3.5 Flaschenzellen	286
12.3.6 Vorweiche und Vorspritzung	286
12.3.7 Weichbad	287
12.3.8 Etikettenustrag und Etikettenentfernung	288

12.3.9	Spritzzonen, Spritzrohre und Spritzdüsen	291
12.3.10	Pumpeninstallationen	292
12.3.11	Lauge- und Wasserbottiche	294
12.3.12	Abtropfstrecken	294
12.3.13	Antriebsgestaltung	295
12.3.14	Schwadenführung, Besaugung, Wrasenkondensation	296
12.3.15	Beheizung	296
12.3.16	Wärmedämmung	298
12.3.17	Werkstoffe	298
12.3.18	MSR und Automatisierung	298
12.4	Zubehör einer FRM	298
12.5	Sonderbauformen	299
12.6	Wärmebedarf	299
12.7	Temperatur-Zeit-Diagramme	300
12.8	Verfahrenstechnische Aspekte der Flaschenreinigung	300
12.8.1	Allgemeine Hinweise	300
12.8.2	Anforderungen an Reinigungsmittel für FRM	302
12.8.3	Parameter der Flaschenreinigung	303
12.8.4	Medienverschleppung	305
12.8.5	Verwendungsfähigkeit und Belastung der Lauge	311
12.8.6	Stein- und Belagbildung	311
12.8.7	Entsteinung	314
12.8.8	Korrosion der Flaschenwerkstoffe durch Reinigungsmittel	314
12.8.9	Gelöste Bestandteile der Reinigungslauge und Ausspülverhalten	314
12.8.10	Einsatz von Desinfektionsmitteln in der FRM	316
12.8.11	Wasser- und Laugenrecycling	317
12.9	Richtwerte für den Verbrauch einer FRM und Möglichkeiten zur Senkung der Verbrauchswerte	317
12.10	Besonderheiten der Reinigung von Mehrwege-Kunststoffflaschen	319
12.11	Etikettenpressen	319
13.	Einweg-Behälterreinigungsanlagen	321
13.1	Allgemeine Hinweise	321
13.2	Bauformen	321
13.3	Reinigungsmedien	327
13.4	Rinser in Anlagen für die aseptische Abfüllung	327
13.5	UV-Strahlung	330
14.	Kastenreinigungsanlagen	331
14.1	Aufgabenstellung	331
14.2	Kastenreinigung	331
14.3	Verbrauchswerte für Kastenwascher	332
15.	Inspektionsanlagen für Behälter, und Anlagen zum Ausschleusen	333
15.1	Allgemeiner Überblick	333
15.2	Leerflascheninspektion	333
15.2.1	Aufgabenstellung	333

15.2.2 Messtechnik bei Inspektionsmaschinen	333
15.2.3 Bauformen bei Inspektionsmaschinen	334
15.2.4 Auswertung der Messungen	340
15.2.5 Testflaschen für Flascheninspektoren	342
15.3 Vollflascheninspektion	343
15.4 Verschlusskontrolle	344
15.5 Kontrolle der Füllhöhe	345
15.6 Kontrolle der Ausstattung und Vollständigkeit	348
15.7 Leerdoseninspektion und Entkeimung	348
15.8 Fremdstoffinspektion im MW-Leergut	348
15.8.1 Allgemeine Bemerkungen	348
15.8.2 Analyse der Behälterrestflüssigkeit	349
15.8.3 Erkennung von aromatischen Verbindungen	349
15.8.4 Erkennung von Kohlenwasserstoffen	349
15.8.5 Erkennung von organischen Verbindungen	349
15.9 Ausleiteinrichtungen für Behälter	350
15.10 Kontrolle der Kästen	355
16. Füllmaschinen für Glasflaschen	356
16.1 Allgemeine Hinweise	356
16.2 Verfahrenstechnische Aufgabenstellung	356
16.3 Durchsatz einer FFM	357
16.4 Füllprinzipien	359
16.5 Prinzipieller Aufbau von Flaschenfüllmaschinen	362
16.6 Bau- und Funktionsgruppen von Rotations-Flaschenfüllmaschinen	362
16.6.1 Gestaltungsprinzipien	362
16.6.2 Bau- und Funktionsgruppen	364
16.6.2.1 Maschinengestell	364
16.6.2.2 Vortisch	366
16.6.2.4 Antrieb	371
16.6.2.5 Füllmaschinenrotor	373
16.6.2.6 Huborganträger	373
16.6.2.7 Huborgane	374
16.6.2.8 Getränkebehälter	377
16.6.2.9 Füllmaschinenkessel-Zubehör	380
16.6.2.10 Medienverteiler	382
16.6.2.11 Füllorgan-Ansteuerung	384
16.7 Füllorgane für Flaschenfüllmaschinen	386
16.7.1 Allgemeiner Überblick	386
16.7.2 Die Gasaufnahme beim Füllprozess	386
16.7.2.1 Faktoren, die die Gasaufnahme beeinflussen	387
16.7.2.2 Möglichkeiten zur Reduktion der O <sub>2</sub> -Aufnahme	387
16.7.2.3 Varianten der Vorevakuierung	388
16.7.2.4 Dreifache Vorevakuierung nach KHS	389

16.7.3 Füllorgan-Bauformen	396
16.7.3.1 Getränke-Absperrarmatur	399
16.7.3.2 Betätigung der Getränke-Armatur	401
16.7.3.3 Armaturen für die Steuerung der Gas- und sonstigen Produktwege	402
16.7.3.4 Länge des Füllrohres	403
16.7.3.5 Gestaltung des Getränkeeinlaufes in die zu füllenden Behälter	404
16.7.3.6 Dosiervariante des Getränkes	405
16.7.3.6.1 Niveaufüllung	405
16.7.3.6.2 Maßfüllung	406
16.7.3.6.3 Dosierung nach Zeit	408
16.7.3.7 Druckniveau der Füllung	408
16.7.3.8 Gehäuse-Bauformen bei Füllorganen	408
16.7.4 Zubehör für Füllorgane	412
16.7.5 Welches Füllorgan für welches Produkt	412
16.8 Einhaltung der Nennfüllmenge	413
16.8.1 Begriffe	413
16.8.2 Füllmengenanforderungen bei Kennzeichnung nach Masse oder Volumen	413
16.8.3 Berechnungsunterlagen	415
16.8.4 Folgen der Unter- oder Überfüllung	417
16.9 Beispiele und Funktion von Füllorgan-Bauformen	418
16.9.1 Überblick und allgemeine Bemerkungen	418
16.9.2 Füllorgane für die Füllung bei atmosphärischem Druck	419
16.9.2.1 Allgemeine Bemerkungen	419
16.9.2.2 Niveaufüllung	420
16.9.2.3 Maßfüllung	420
16.9.3 Füllorgane für die Füllung bei Unterdruck	424
16.9.3.1 Allgemeine Bemerkungen	424
16.9.3.2 Vakuum-Füllorgane	425
16.9.3.3 Hochvakuum-Füllorgane	427
16.9.4 Füllorgane für die Füllung bei Überdruck	429
16.9.4.1 Allgemeine Bemerkungen	429
16.9.4.2 Niveaufüllung	433
16.9.4.3 Maßfüllung	439
16.9.5 Sonderbauformen	439
16.9.6 Füllorgane - eine Übersicht	440
16.9.7 Erreichbare Kennwerte	441
16.10 Zubehör für Flaschenfüll- und Verschließmaschinen	442
16.10.1 Lokalisierung von Füll- und Verschließorganen	442
16.10.2 Hochdruckeinspritzung	442
16.10.3 Spülbehälter für die Füllorganreinigung	444
16.10.4 Zentralschmierung	444
16.10.5 Behälter-Dusche	444
16.10.6 Scherbendusche	444

16.10.7	Vorrichtungen zur Überschwällung	445
16.10.8	Vakuum-Pumpen	445
16.10.9	MSR-Ausrüstung der FFM	445
16.10.10	Splitterschutz an den Füllorganen	446
16.10.11	Splitter-, Lärm- und Berührungsschutz an der Füllmaschine	446
16.10.12	Anlagen für die Ver- und Entsorgung	447
16.11	Störungen bei FFM und ihre Ursache	447
16.12	Reihenfüllmaschinen	448
16.13	Reinigung und Desinfektion von Füllmaschinen	450
16.13.1	Innere Reinigung	450
16.13.2	Äußere Reinigung	451
16.14	Das Füll- und Verschleißsystem Dynafill	453
17.	Füllmaschinen für Dosen	457
17.1	Allgemeine Bemerkungen	457
17.2	Besonderheiten bei Füllmaschinen für Dosen	457
17.3	Füllorgane für Dosen-Füllmaschinen	460
17.4	Anpassung der Füllmenge	461
17.5	Zubehör für Dosenfüllmaschinen	463
17.5.1	Spülbehälter/Spülkappen	463
17.5.2	Dosenpressen	467
17.5.3	Sterilisation von Leerdosen	468
17.6	Möglichkeiten zur Reduzierung des Sauerstoffs	468
18.	Füllmaschinen und -anlagen für Kunststoffflaschen	469
18.1	Allgemeine Bemerkungen	469
18.2	Besonderheiten bei Füllmaschinen für Kunststoffflaschen	470
18.2.1	Behältertransport	470
18.2.2	Füllorgane	470
18.2.3	Huborgane	474
18.2.4	Linear-Füllmaschinen	474
18.3	Die Füllanlage Modulfill VFS-M	474
18.4	Besonderheiten der Füllanlagen für Kunststoffflaschen	476
19.	Anlagen für die Kunststoffflaschenherstellung	478
19.1	Allgemeine Bemerkungen	478
19.2	Herstellung der Vorformlinge	478
19.3	Flaschenherstellung	479
19.3.1	Zuführung der Preforms	479
19.3.2	Erwärmung der Preforms	479
19.3.4	Streckblasen der Flaschen	481
19.4	Anlagen für die Oberflächen-Beschichtung	485
19.5	Möglichkeiten zur Verbesserung der Effizienz bei Blasanlagen	486
19.6	Blockung von Blas- und Füllmaschine	488
19.7	Medienversorgung	489
19.7.1	Elektroenergie	489
19.7.2	Druckluft	489

19.7.3 Kühlwasser	489
20. Anlagen für die aseptische Füllung	490
20.1 Allgemeine Bemerkungen und Definitionen	490
20.2 Varianten für die aseptische Füllung	490
20.2.1 Aufgaben der aseptischen Füllung	490
20.2.2 Sterilisieren der Anlage	491
20.2.3 Sterilisieren des Arbeitsraumes/Füllanlagenumfeldes	491
20.2.4 Pasteurisieren bzw. Sterilisieren des Getränkes	491
20.2.5 Füllen und Verschließen der Packungen	491
20.2.6 Reinigungs- und Desinfektionsmittel für die aseptische Fülltechnik	492
20.3 Sterilisieren der Packmittel und Packstoffe	492
20.3.1 Trockenverfahren	493
20.3.2 Nassverfahren	494
20.3.3 Fragen der Keimreduktion und allgemeine Hinweise	494
20.3.4 Entkeimung mittels Plasma	499
20.4 Anlagen für die Reinraumtechnik/Steriltechnik	500
20.5 Aufstellungsvarianten für ACF-Anlagen	503
20.6 Hygienic Design	508
20.7 Hinweise zum Betriebsregime	509
21. Verschließmaschinen	511
21.1 Allgemeine Bemerkungen	511
21.2 Kronenkork-Verschließmaschinen	512
21.2.1 Allgemeine Hinweise	512
21.2.2 Sortierwerk und Verschluss-Zuführung	514
21.2.3 Kronenkork-Übergabe	516
21.2.4 Verschließorgane	518
21.2.5 Verschließmaschinen für spezielle Verschlüsse	529
21.3 Schraubverschluss-Verschließmaschinen	530
21.3.1 Allgemeine Hinweise	530
21.3.2 Sortieren der Verschlüsse, Verschluss-Zufuhr und Übergabe	530
21.3.3 Antrieb der Schraubverschluss-Verschließmaschinen	534
21.3.4 Verschleißelemente für Schraubverschlüsse	535
21.3.5 Verschleißköpfe	537
21.4 Anrollverschluss-Verschließmaschinen	541
21.4.1 Allgemeine Hinweise	541
21.4.2 Sortieren der Verschlüsse, Verschluss-Zufuhr und Übergabe	541
21.4.3 Verschleißköpfe für Anrollverschlüsse	542
21.5 Bügelverschluss-Verschließmaschinen	545
21.5.1 Allgemeine Hinweise	545
21.5.2 Ausgeführte Anlagen	545
21.5.3 Zubehör zu Bügelverschließmaschinen und -anlagen	546
21.6 Verschließmaschinen für Stopfen	547
21.6.1 Allgemeine Hinweise	547
21.6.2 Sortierwerk und Stopfen-/Korkzufuhr	547

21.6.3	Verschließorgane	548
21.6.3.1	Korks Schloss	548
21.6.3.2	Funktionsweise eines Korks Schlosses	549
21.6.3.3	Mögliche Probleme beim Verschließen mit Stopfen	550
21.6.4	Verschließmaschinen für PE-/PP-Stopfen	552
21.6.5	Zubehör für Naturkork-/Stopfen-Verschließmaschinen	552
21.7	Verschließmaschinen für Dosen	553
21.7.1	Allgemeine Hinweise	553
21.7.2	Der Antrieb	553
21.7.3	Die Dosenabführung zur Verschließmaschine	554
21.7.4	Die Verschleißelemente	554
21.7.5	Der Verschleißvorgang	557
21.7.6	Die Unterdeckelbegasung	559
21.7.7	Deckelzufuhr und -vereinzeln	559
21.7.8	Deckelbereitstellung	560
21.8	Zubehör für Verschließmaschinen	562
21.8.1	Anlagen zur Förderung von Verschlüssen	562
21.8.2	Anlagen zur Verschlusskontrolle	565
21.8.3	Anlagen zur Entfernung von Getränke- resten an verschlossenen Flaschen	565
21.8.4	Originalitätssicherung des Verschlusses	566
21.9	Verschluss-Entkeimung	566
21.10	Maschinen für sonstige Verschlüsse	569
22.	Kontrollanlagen für gefüllte Gebinde und Packungen	570
22.1	Etikettenkontrolle	570
22.2	Kontrolle der Kennzeichnung	570
22.3	Kontrolle der Vollzähligkeit	571
22.4	Zählen der Behälter und Packungen	571
23.	Anlagen für die Ausstattung und Kennzeichnung	572
23.1	Allgemeine Bemerkungen	572
23.2	Etikettiermaschinen	573
23.2.1	Allgemeiner Überblick	573
23.2.2	Grundvarianten der Etikettierung	575
23.2.3	Bauformen der Etikettiermaschinen	576
23.2.4	Baugruppen der Etikettiermaschinen	578
23.2.4.1	Gestell	578
23.2.4.2	Antrieb	578
23.2.4.3	Rotor	578
23.2.4.4	Positionierung der Behälter bei Rundlaufmaschinen	580
23.2.4.5	Etikettieraggregate	582
23.2.4.6	Formateile	584
23.2.5	Etikettieraggregate für die Nass-Etikettierung	588
23.2.5.1	Allgemeine Übersicht	588
23.2.5.2	Etikettenbehälter	594

23.2.5.3	Klebstoffwalze und -Dosierung	594
23.2.5.4	Klebstoffpaletten	597
23.2.5.5	Etikettenübergabe mittels Greiferzylinders	600
23.2.5.6	Reinigung der Etikettiermaschine	602
23.2.6	Etikettieraggregate für die Rundum-Etikettierung	603
23.2.6.1	Allgemeine Hinweise	603
23.2.6.2	Rundum-Etikettierung von der Rolle	603
23.2.6.3	Rundum-Etikettierung mit Einzel-Etiketten	608
23.2.7	Etikettieraggregate für Selbstklebeetiketten	609
23.2.7.1	Allgemeine Hinweise	609
23.2.7.2	Spendeaggregat	609
23.2.7.3	Thermo-Transfer-Druck	612
23.2.8	Maschinen für die Sleeve-Etikettierung	612
23.2.8.1	Allgemeine Hinweise	612
23.2.8.2	Stretch-Sleeve-Etikettierung	613
23.2.8.3	Shrink-Sleeve-Etikettierung	615
23.2.8.4	Schneidevorrichtung	616
23.2.8.5	Schrumpftunnel	617
23.2.9	Zubehör für Etikettiermaschinen	617
23.2.9.1	Klebstoffthermostat/Klebstoffpumpen	617
23.2.9.2	Klebstoffversorgung	618
23.2.9.3	Heißkleber-Aggregate	618
23.2.9.4	Etikettenmagazine	618
23.2.9.5	Datierungen	618
23.2.9.6	Nachvergütung	619
23.2.9.7	Etikettenkontrolle	619
23.3	Spezielle Etiketten	620
23.4	Anlagen für den Direktdruck	621
23.5	Anlagen zur Folierung	622
23.5.1	Allgemeine Hinweise	622
23.5.2	Folierung mit geschnittenen Aluminiumblättern	622
23.5.3	Folierung von der Rolle	624
23.5.4	Sektschleife	624
23.5.5	Dosen-Verschlussfolie	624
23.5.6	Verschluss-Sicherung	624
23.6	Anlagen zur Ausstattung mit Schmuckkapseln	625
23.6.1	Allgemeine Hinweise	625
23.6.2	Aufbringen der vorgefertigten Kapseln	625
23.7	Anlagen zur Verdrahtung	632
23.8	Kasten- und Karton-Etikettierung	634
23.9	Kennzeichnungsanlagen	635
23.9.1	Allgemeine Hinweise	635
23.9.2	Inkjet-Anlagen	636
23.9.3	Laser-Datierung	637
23.9.4	Kennzeichnung mittels Etiketten	639

23.9.5 Sonstige Systeme	642
23.9.6 Sicherung der Rückverfolgbarkeit durch IT-Systeme	642
24. Anlagen für die Verbesserung der biologischen Haltbarkeit	643
24.1 Allgemeine Hinweise	643
24.2 Thermische Verfahren zur Haltbarkeitsverbesserung	644
24.3 Einschätzung der thermischen Verfahren zur Verbesserung der Haltbarkeit	650
24.4 Tunnel-Pasteurisationsanlagen	651
24.4.1 Allgemeine Hinweise	651
24.4.2 Aufbau und Baugruppen eines Tunnelpasteurs	651
24.4.2.1 Aufbau und Bauformen	651
24.4.2.2 Werkstoffe	653
24.4.2.3 Baugruppen	654
24.4.3 Regelung der PE-Einheiten	664
24.4.4 Kontrolle des Pasteurisierereffektes	667
24.4.5 Durchsatz eines Tunnelpasteurs	670
24.4.6 Hinweise zum Betrieb eines Tunnelpasteurs	671
24.4.6.1 Behälterbruch	671
24.4.6.3 Versteinung der Anlage	671
24.4.6.4 Wasserqualität/-parameter	672
24.4.6.5 Wachstum von Mikroorganismen	672
24.4.6.6 Sortenwechsel	672
24.4.6.7 An- und Abfahren der Anlage	672
24.4.6.8 Störungen im Durchlauf des Pasteurs	672
24.4.6.9 Wrasenaustritt	673
24.4.7 Einfluss des Behälterleerraumes auf den Innendruck	673
24.4.8 Pasteurisation von PET-Flaschen	676
24.4.9 Sonderformen des Tunnelpasteurs	676
24.4.9.1 Dosen - bzw. Flaschenwärmer	676
24.4.9.2 Kühltunnel	676
24.4.10 Wärmebedarf des Tunnelpasteurs	676
24.5 Kurzzeit-Erhitze-Anlagen	677
24.5.1 Allgemeine Hinweise	677
24.5.2 Aufbau und Baugruppen einer KZE-Anlage	678
24.5.2.1 Wärmeübertrager	678
24.5.2.2 Heißhalter	680
24.5.2.3 Pumpen	680
24.5.2.4 Erhitzerkreislauf	681
24.5.2.5 Druckreduzierventil	681
24.5.2.6 Puffertank	681
24.5.2.7 MSR/Sensoren	684
24.5.3 Temperatur-, Druck- und Heißhalteregime bei KZE-Anlagen	685
24.5.4 Wärmebedarf bei KZE-Anlagen	687
24.5.5 Regelung und Kontrolle der PE-Einheiten	689
24.5.6 An- und Abfahren der KZE-Anlage	689

24.6 Heißabfüllung	691
24.7 Sonstige thermische Verfahren	692
24.8 Anlagen für die Sterilfiltration	693
24.9 Hochdruckbehandlung	694
24.10 Chemische Konservierung	695
25. Anlagen für die Fassreinigung und -füllung	696
25.1 Allgemeine Hinweise	696
25.2 Fassbehandlung	696
25.3 Fassreinigung	697
25.3.1 Allgemeine Hinweise	697
25.3.2 Reinigung gepichteter Fässer	697
25.3.3 Reinigung ausgekleideter Fässer	697
25.3.4 Reinigung von Metallfässern	698
25.3.5 Fassreinigungsmaschinen	698
25.3.5.1 Linearmaschinen	698
25.3.5.2 Rundlaufmaschinen	698
25.3.6 Kenn- und Verbrauchswerte, Einschätzung der klassischen Fassreinigung	700
25.4 Klassische Fassfüllung	700
25.4.1 Fassfüller mit Getränkekegel	701
25.4.2 Fassfüller ohne Getränkekegel	702
25.4.3 Fassfüllorgane	704
25.4.4 Sauerstoffaufnahme	706
25.4.5 Das Verschließen der Fässer	706
25.5 Eichung der Fässer und Kegs	707
25.6 Moderne Fassfüllung	708
25.6.1 Fassreinigung	708
25.6.2 Fassfüllung mittels Rundlaufmaschinen	710
25.7 Reinigung und Desinfektion im Fasskeller	715
26. Anlagen für die Keg-Reinigung und -Füllung	717
26.1 Allgemeine Hinweise	717
26.2 Elemente der Keg-Anlagen	718
26.2.1 Entpalettierung und Palettierung der Kegs	722
26.2.2 Keg-Transport	723
26.2.3 Entkapselung und Wenden der Kegs	724
26.2.4 Keg-Eingangskontrolle	724
26.2.5 Außenreinigung	724
26.2.6 Vorreinigung, Hauptreinigung und Füllung	728
26.2.7 Wenden der gefüllten Kegs	730
26.2.8 Vollgutkontrolle	730
26.2.9 Kennzeichnung/Verkapselung	732
26.2.10 CIP bei Keg-Anlagen	732
26.3 Keg-Reinigung	733
26.3.1 Allgemeine Hinweise	733

26.3.2	Verfahrenstechnische Grundlagen der Reinigung	739
26.3.3	Reinigungsregime	739
26.3.4	Reinigungsmedien	740
26.3.5	Erwärmung der Kegs	741
26.3.6	Medientrennung	741
26.3.7	Ausspülverhalten	741
26.3.8	Sterilisieren	743
26.3.9	Behandlungszeiten	743
26.3.10	Druckaufbau	744
26.3.11	Winterbetrieb	744
26.3.12	Kontrolle der Keg-Reinigung	744
26.4	Keg-Füllung	745
26.4.1	Allgemeine Hinweise	745
26.4.2	Verfahrenstechnische Grundlagen der Füllung	745
26.4.3	Füllmaschinen	746
26.4.4	Möglichkeiten zur Beeinflussung der Füllgeschwindigkeit	749
26.4.5	Sauerstoffaufnahme	751
26.5	Zubehör für Keg-Anlagen	752
26.6	Verbrauchswerte bei der Keg-Abfüllung	752
26.7	Befüllen von Klein- und Partyfässern, Partydosen	752
27.	Biertransport in Tankwagen, Containern und Kellertanksysteme	759
27.1	Allgemeine Hinweise	759
27.2	Transportsysteme	759
27.3	Mengenerfassung bei Tanktransport	761
28.	Getränkeschankanlagen	762
29.	Anlagen für die AfG-Herstellung	765
29.1	Allgemeine Hinweise	765
29.2	Anlagen für die Wasseraufbereitung	766
29.2.1	Filtration	766
29.2.2	Enteisung, Entmanganung, Entschwefelung	766
29.2.3	Entkeimung	767
29.2.4	Entcarbonisierung	767
29.2.5	Vollentsalzung	767
29.2.6	Sonstige Verfahren	767
29.3	Anlagen für die Grundstofflagerung	767
29.4	Anlagen für die Zuckerlagerung und -Lösung	768
29.4.1	Zuckerarten, Süßungsmittel und Eigenschaften	768
29.4.2	Zuckerlagerung und Transport	771
29.4.3	Zuckerlösung	772
29.5	Anlagen für die CO <sub>2</sub> -Versorgung	772
29.5.1	Diskussion der Qualitätsforderungen aus der Sicht der Anwender in der Brau- und Getränkeindustrie	773
29.5.2	Sauerstoffgehalt	773

29.5.3 Ölgehalt	774
29.5.4 Keimgehalt des CO <sub>2</sub>	774
29.5.5 Sonstige Beimengungen in der Gärungskohlensäure	776
29.6 Anlagen für die Wasserentgasung	776
29.6.1 Allgemeine Hinweise	776
29.6.2 Varianten der Entgasung	777
29.6.2.1 Vakuum-Entgasung	777
29.6.2.2 Druck-Entgasung	778
29.6.2.3 Thermische Entgasung	780
29.6.2.4 Entgasung mittels Membranen	780
29.6.2.5 Katalytische Entgasung	783
29.6.2.6 Chemische Sauerstoffentfernung	783
29.6.2.7 Stapelung des entgasteten Wassers	784
29.7 Anlagen für die Imprägnierung	784
29.8 Anlagen für die Mischung der Getränke	788
29.8.1 Allgemeine Hinweise	788
29.8.2 Lösung von Trockenprodukten	789
29.8.3 Dosierung der Komponenten	789
29.8.3.1 Grundprinzipien der Dosierung	789
29.8.3.2 Chargenweise Dosierung und Mischung	790
29.8.3.3 Kontinuierliche Dosierung und Mischung	791
29.8.3.4 Voraussetzungen für eine exakte Dosierung	791
29.8.4 Mischen der Komponenten	791
29.8.5 Verfahren zur Haltbarmachung	792
29.9 Anlagen für die Qualitätskontrolle/Messtechnik	792
30. Anlagen für die Füllung von sonstigen Packungen	793
30.1 Allgemeiner Überblick	793
30.2 Weithals-Gläser	793
30.3 Becher	794
30.4 Beutel	794
30.5 Kartonverpackungen	796
30.6 Kunststoffflaschen	797
31. CIP-Anlagen, Chemikalienlagerung	798
31.1 Allgemeine Hinweise	798
31.2 Behälterreinigung	798
31.3 Rohrleitungsreinigung	798
31.4 Flaschenreinigung	799
31.5 Sterilisation von Getränkebehältern	799
31.6 Anlagenreinigung	799
31.7 Chemikalienlagerung	799
31.8 Kontrolle des Reinigungseffektes	799
32. Anlagen für die Ver- und Entsorgung; periphere Anlagen	801
32.1 Allgemeine Hinweise	801
32.2 Anlagen für die Versorgung	801

32.2.1 Wärmeversorgung	801
32.2.2 Elektroenergieversorgung	801
32.2.3 Kälteversorgung	803
32.2.4 Druckluftversorgung	803
32.2.5 CO <sub>2</sub> -Versorgung	803
32.3 Anlagen für die Entsorgung	804
32.4 Lagerräume	804
32.5 Werkstätten	805
32.6 Chemikalienlager	805
32.7 Toiletten	805
33. Wartung und Instandhaltung	806
33.1 Definitionen zur Instandhaltung	806
33.2 Instandhaltung	807
33.3 Voraussetzungen für die Instandhaltung	808
33.4 Schmierstoffversorgung	809
33.5 Hinweise für die Berücksichtigung der Wartung und Instandhaltung während der Planungsphase	810
34. Werkstoffe	811
34.1 Metallische Werkstoffe	811
34.2 Kunststoffe	812
34.3 Oberflächenzustand	812
34.4 Dichtungswerkstoffe	814
34.4.1 Unterscheidungsmöglichkeiten für Elastomere	814
34.4.2 Hinweise zur Beständigkeit der Dichtungswerkstoffe	814
34.4.3 Schmierstoffe für Dichtungen	815
34.4.4 Form der Dichtungen	816
31.4.5 Haltbarkeit von Dichtungen	816
35. Raumgestaltung für Füllanlagen	818
35.1 Hinweise zur Gestaltung von Produktionsräumen	818
35.2 Hinweise zur Heizung, Lüftung/Klimatisierung (HLK)	818
35.3 Hinweise zur Lärmverringerung	819
35.4 Hinweise zur Wandgestaltung	820
35.5 Hinweise zur Fußbodengestaltung	820
35.6 Hinweise zur Beleuchtung	821
35.7 Fenster und Türen	821
35.8 Verkehrswege, Rampen, Treppen und Aufzüge in Produktionsgebäuden	822
35.9 Nachrichtentechnik	822
35.10 Elektroanschlüsse in Produktionsräumen	823
35.11 Brandschutz und Ex-Schutz	823
35.12 Wasserzapfstellen und sonstige Anschlüsse	823
35.13 Hinweise zur Oberflächenbeschaffenheit von Maschinen und Apparaten	824
36. Die Planung von Füllanlagen für Bier und AfG	826
36.1 Allgemeine Bemerkungen	826
36.2 Schwerpunkte bei der Planung von Füllanlagen	827

36.2.1	Auswahl und Festlegung des Standortes	827
36.2.2	Betriebsgröße	827
36.2.3	Hinweise für die Auslegung der Anlagentechnik	828
36.2.3.1	Hinweise für die Keg-Abfüllung	829
36.2.3.2	Sonstige Großgebinde-Füllung	829
36.2.3.3	Hinweise für die Fassfüllung	829
36.2.3.4	Hinweise für die Flaschenfüllung	829
36.2.3.5	Hinweise für die PET-Flaschenfüllung	832
36.2.3.6	Hinweise für die Dosenfüllung	833
36.2.3.7	Hinweise für die Stapelung von Voll- und Leergut, Kommissionierung	833
36.2.3.8	Hinweise für den Tanktransport	835
36.3	Der Flächen- und Raumbedarf für Füllanlagen	836
36.4	Der Flächen- und Raumbedarf für die Lagerung von Leer- und Vollgut	838
36.5	Projektmanagement	839
36.5.1	Allgemeines zum Projektmanagement	839
36.5.2	Aufgaben und Stellung des Projektmanagements bzw. der Projektleitung	839
36.5.3	Projekttablauf und -kontrollen	842
36.5.4	Hinweise für die Vertragsgestaltung	843
36.5.5	Inbetriebnahme und Leistungsfahrt	845
36.5.6	Projektabschluss	846
36.5.7	Erkenntnisse und Rückläufe aus errichteten Anlagen	847
36.5.8	Die Projektdokumentation	848
36.5.9	Zum Inhalt von Betriebshandbüchern und -anweisungen	848
36.6	Gesetzliche Grundlagen der Anlagenplanung und -errichtung, erforderliche Genehmigungen	850
36.6.1	Europäisches Recht	851
36.6.2	Gesetze und Verordnungen	851
36.6.3	Technische Regeln	853
36.6.4	Vorschriften der Berufsgenossenschaften	853
36.6.5	Normen	854
36.6.6	VDI-Richtlinien	855
36.6.7	Hinweis für die Beschaffung aktueller Informationen	855
36.6.8	Wichtige Informationsquellen zum Unfallschutz und der technischen Sicherheit	855
36.7	Allgemeine Übersicht über den Ablauf der Anlagenplanung	856
36.7.1	Allgemeine Übersicht	856
36.7.2	Genehmigungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz	856
36.7.3	Zweck und wichtige Begriffe des BImSchG	857
36.7.4	Die Durchführung des Genehmigungsverfahrens	858
36.7.5	Baurechtliche Genehmigungen	860
36.7.6	Überwachungsbedürftige Anlagen	860
36.7.7	Wasserrechtliche Erlaubnisse, Bewilligungen und Genehmigungen	861
36.7.8	Entsorgung von Abfällen und Reststoffen	861

36.8 Anlagenplanung	861
36.8.1 Grundfälle der Anlagenplanung	861
36.8.2 Grundsätze der Anlagenplanung	862
36.8.3 Variabilität der Anlagenplanung	865
36.8.4 Interdisziplinäre und ganzheitliche Planung	866
36.8.5 Varianten für die Durchführung der Anlagenplanung und -realisierung	866
36.8.6 Informationsbeschaffung	870
36.9 Kapazitätsberechnungen für Füllanlagen	871
36.9.1 Allgemeine Bemerkungen	871
36.9.2 Die Kapazitätsermittlung	871
36.9.2.1 Die systematische Berechnung der gesuchten Größe	871
36.9.2.2 Die Nutzung von Formeln aus der Literatur	872
36.9.3 Die Berechnung der Investitions- und Betriebskosten	873
36.10 Wichtige Dokumente und Unterlagen der Anlagenplanung	873
36.11 Aufstellungsvarianten für Füllanlagen	875
36.12 Anlagensimulation	876
37. Abnahme von Füllanlagen, Gewährleistungen	878
37.1 Allgemeine Hinweise	878
37.2 Vorbereitung der Anlagenabnahme	880
37.3 Durchführung der Abnahme	880
37.4 Ergebnis der Abnahme und Ermittlung der Verbrauchswerte	881
37.5 Auswertung des Abnahmeversuchs/der Abnahme	883
37.6 Gewährleistungen	883
37.7 Hinweise zum After-Sales-Geschäft	883
38. Betriebsdatenerfassung, Anlagensteuerung und Sensoren	886
38.1 Allgemeine Hinweise	886
38.2 BDE aus betriebswirtschaftlicher Sicht; Kostencontrolling	886
38.3 BDE im Sinne der Fertigpackungsverordnung und des Eichgesetzes	888
38.4 BDE im Sinne des Produkthaftungsgesetzes, der Kennzeichnungs- verordnung, des QMS, der Qualitätssicherung, HACCP	888
38.5 Anlagensteuerungen	889
38.6 Sensoren für die Messwerverfassung	890
39. Elektrische Antriebe und Pumpen	891
39.1 Elektrische Antriebe	891
39.2 Sonstige Antriebe	895
39.3 Pumpen	896
39.3.1 Allgemeine Hinweise	896
39.3.2 Flüssigkeitspumpen	896
39.3.2.1 Kreiselpumpen für die allgemeine Verwendung	896
39.3.2.2 Kreiselpumpen für die Getränkeindustrie	897
39.3.3 Seitenkanalpumpen	897
39.3.4 Die Wellendichtung	900
39.3.4.1 Wozu dient eine Wellendichtung	900

39.3.4.2 Varianten einer Wellendichtung	900
39.3.4.3 Der Wellendichtring	901
39.3.4.4 Die Gleitringdichtung	903
39.3.4.5 Bauformen der Gleitringdichtung	904
39.3.4.6 Anforderungen an eine Wellendichtung	907
39.3.5 Kavitation	907
39.3.6 Vakuum-Pumpen	908
40. Verbrauchswerte, Kennzahlen	911
40.1 Elektroenergie	911
40.2 Wärme	911
40.3 Wasser und Abwasser	911
40.4 Kälte	911
40.5 Sonstige Verbrauchsmittel	911
41. Unfallverhütung, technische Sicherheit, Hygiene	912
41.1 Europäisches Recht und nationale gesetzliche Grundlagen	912
41.2 Unterweisung der Mitarbeiter	912
41.3 Hygiene	913
41.4 Betriebsanweisungen	913
41.5 Ladungssicherung	913
41.6 Betrieb von Staplern	913
41.7 Lichtschranken und Endschalter	914
42. Glossar	915
Index	919
Quellennachweise und Anmerkungen	937

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

a	Beschleunigung
A	Fläche
ACF	Aseptic Cold Filling
AD 2000	Regelwerk Druckbehälter der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter
AfG	alkoholfreie Getränke
AGV	Automated Guided Vehicle
AGW	Arbeitsplatzgrenzwert (ersetzt den MAK-Wert; s.a. GefStoffV vom 23.12.2004)
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
AST	Aufgabenstellung
ASI	Arbeits-Sicherheits-Informationen
ASR	Arbeitsstätten-Richtlinie
BAT	Best Available Techniques (s.a. BVT)
BImSchG	BundesImmissionsSchutzGesetz
BDE	Betriebsdatenerfassung
BG	Berufsgenossenschaft
BGG	BG Grundsätze
BGN	BG Nahrungsmittel und Gaststätten
BGR	BG Regel
BGV	Unfallverhütungsvorschriften der BG
BHKW	Blockheizkraftwerk
BPF	British Plastics Federation
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf
BVT	Beste-Verfügbare-Technik (s.a. BAT)
c	spezifische Wärme
CAF	Cold Aseptic Filling
CE	Communauté Européenne
CE.T.I.E.	Centre Technique International de l'Emboutillage et du Conditionnement, Paris (Internationales Zentrum für Abfüll- und Verpackungstechnik)
CIP	Cleaning in Place
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
CSD	Carbonated Soft Drinks
d	Durchmesser
d	Tag
DPG	Deutsche Pfandsystem GmbH
DSD	Duales System Deutschland GmbH
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung; (z. B. DGUV Regel)
EAN	International Article Number (früher: European Article Number)
EW	Einweg
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Mischpolymerisat
FDA	Food and Drug Administration (USA)
fi-fo	first in, first out
FFA	Flaschen-Füllanlage
FFM	Flaschen-Füllmaschine
FM	Füllmaschine
FRM	Flaschenreinigungsmaschine
FTS	Fahrerlose Transportsysteme

FW	Frischwasser
g	Fallbeschleunigung, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
GDB	Genossenschaft Deutscher Brunnen e.V.
H	Förderhöhe
h	Enthalpie
HDE	Hochdruckeinspritzung
HD-PE	High Density-PE
HD	Hochdruck
HTWP	Hochtemperaturwärmepumpe
IFS	International Food Standard
ISBT	International Society of Beverage Technologists
IVU	integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
KK	Kronenkork
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KZE	Kurzzeiterhitzung
l	Länge
L	Liter
LD-PE	Low-Density-PE
LED	Light Emitting Diode (Lumineszenz-Diode)
LLD-PE	Linear-Low-Density-PE
LFGB	Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch
m	Masse
$\dot{m}$	Massenstrom
M	Moment
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration (s.a. AGW)
MCA	Metal Closures Alcoa
MHD	Mindesthaltbarkeitsdatum
MID	Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MW	Mehrweg
n	Drehzahl
NSF	National Science Foundation (USA)
OPI	Overall Performance Indicator
OEE	Overall Equipment Effectiveness
p	Druck
$p_{\bar{u}}$	Überdruck
P	Leistung
PC	Polycarbonat
PCO	Plastic Closures Only
PE	Polyethylen
PEN	Polyethylennaphthalat
PET	Polyethylenterephthalat
PLA	Poly-Milchsäure
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PUR	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid
PWÜ	Platten-Wärmeübertrager
r	Radius

RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (ehemals <b>Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen</b> )
RD	Reinigung- und Desinfektion
RFID	Radio Frequency Identification
RWÜ	Rohrbündel-Wärmeübertrager
s	Weg
SPS	speicherprogrammierte Steuerung
STLB	Spezielle Technische Liefer- und Bezugsbedingungen
t	Zeit
TS	Trockensubstanz
TRSK	Technische Regeln für Getränkeschankanlagen
TUL	Transport-, Umschlag- und Lagerung
U	Umdrehungen
US	Ultraschall
UVV	Unfall-Verhütungs-Vorschrift
v	Geschwindigkeit
V	Volumen
$\dot{V}$	Volumenstrom
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
VMV	Verband Metallverpackungen e.V., Düsseldorf
WHG	Wasser-Haushalts-Gesetz
WÜ	Wärmeübertrager
x	Feuchte in g H <sub>2</sub> O/kg trockener Luft
z	Anzahl
$\alpha$	Winkel
$\tilde{\alpha}$	Winkel im Bogenmaß
$\vartheta$	Temperatur
$\Delta\vartheta$	Temperaturdifferenz
$\mu$	Gutbeladung in kg Gut/kg Luft
$\mu_0$	Haft-Reibungskoeffizient
$\rho$	Dichte
$\omega$	Winkelgeschwindigkeit
$\varphi$	relative Luftfeuchte

**Hinweis:** DIN Normen, die ohne Ersatz zurückgezogen wurden, werden mit einem „\*“ gekennzeichnet.

## Bildnachweis

Die Bildquellen werden in den Bildunterschriften genannt. Unbezeichnete Abbildungen stammen vom Autor, bei einigen Abbildungen konnten die Quellen nicht ermittelt werden.

## Vorwort zur zweiten Auflage

Seit der ersten Auflage dieses Fachbuches sind einige Jahre vergangen. In einzelnen Teilbereichen der Flaschenfüllanlagen (FFA) wurden wichtige Fortschritte durch den Anlagenbau erreicht. Vor allem wurde der spezifische Aufwand für die Fertigung reduziert, die spezifischen Verbrauchswerte konnten verringert werden und die Instandhaltungsvoraussetzungen konnten deutlich verbessert werden. Die Fortschritte der elektrischen Antriebe haben die relativ aufwendigen Getriebe einiger Maschinen (z. B. bei Füllmaschinen und Etikettiermaschinen) verdrängt. Die Anwendung des Hygienic Design bei der Anlagengestaltung und den Anlagenelementen ist in der Regel Standard, die CIP-Fähigkeiten wurden weiter verbessert. Wesentliche Verbesserungen wurden im Bereich der Füllsysteme erreicht, das Dynafill-System ist ein völlig neues Prinzip.

Aktuell ist zu beobachten, dass pneumatische Linearantriebe durch elektrische ersetzt werden.

Im Bereich der Verpackungen konnten wichtige Vereinfachungen erreicht werden, die Vielfalt der technischen Lösungen hat sich vergrößert, viele Einzellösungen haben sich als kurzlebig erwiesen. Einige Anlagenanbieter sind vom Markt verschwunden.

Die vom Gesetzgeber beabsichtigte Stabilisierung der Mehrwegquote in Deutschland konnte nicht erreicht werden. Nach einem beträchtlichen Rückgang der Dose aus Aluminium bzw. Stahl bzw. Weißblech gewinnt diese international fast dominierende Verpackung auch national wieder an Bedeutung.

Im Bereich der Kunststoffpackmittel hat sich PET sowohl im Einweg- als auch Mehrwegbereich recht gut eingeführt. In Deutschland war die Einführung des Einwegpfandes dabei hilfreich.

Das Recycling von Glas, PET und Dosen hat sich deutlich verbessert. Der Einsatz von PET-Rezyklat bei der Flaschenfertigung hat sich ebenfalls wesentlich erhöht.

Leider muss der Autor feststellen, dass die allgemein verfügbaren Fachinformationen zum Fortschritt der Anlagentechnik seitens der Hersteller immer weniger aussagefähig werden. Das ist zwar aus der Sicht des Schutzes von geistigem Eigentum verständlich, ist aber auch ein Nachteil bezüglich der Aussagefähigkeit von Fachliteratur. Viele Fachinformationen werden einem Investor erst nach dem Kaufabschluss zugänglich gemacht. Damit wird ein objektiver Variantenvergleich zu einer Investitionsentscheidung nicht vereinfacht.

Das ist auch ein Grund dafür, dass einige Abbildungen unverändert übernommen werden mussten und wünschenswerte, neuere Abbildungen nicht aufgenommen werden konnten.

Bei Herrn Dr. *Hartmut Evers*, Dr. *Roland Pahl* und *Christian Bockisch* (Krones AG) möchte ich mich für die erwiesene Unterstützung bedanken, ebenso bei Herrn *Olaf Hendel* für die Hilfe bei der Fertigstellung des Manuskriptes.

Über kritische Hinweise zum Text würde ich mich sehr freuen.

Frankfurt (Oder), im März 2022

*Hans-J. Manger*

## Vorwort zur ersten Auflage von 2008

Die vorliegenden Ausführungen versuchen, das Thema „Füllanlagen für Getränke“ komplex darzustellen, vor allem mit Bezug auf das Getränk Bier, die Getränke Wein und Spirituosen sowie alkoholfreie Erfrischungsgetränke.

Der Inhalt ist Teil der Ausbildung „Füllanlagen für Getränke“ im Rahmen der Lehrveranstaltung „Maschinen, Apparate und Anlagen für die Brauerei und Mälzerei“ an der TU Berlin bzw. der VLB Berlin.

Als der Autor mit der Texterarbeitung begann, gab es fast keine aktuelle Fachliteratur zur Thematik. In der Zwischenzeit ist zu einigen Teilgebieten detaillierte Fachliteratur erschienen, einzelne Themen wurden im Rahmen wissenschaftlicher Graduarbeiten erschöpfend behandelt. Eine Gesamtdarstellung in Form einer Übersicht steht aber immer noch aus. Diese Lücke möchte der Autor schließen.

In der Zeit seit den 1990er Jahren hat sich die Anlagentechnik bedeutend entwickelt. Der Übergang von der überwiegend mechanisch gesteuerten Fülltechnik zur elektronisch/pneumatisch gesteuerten Anlage wurde vollzogen. Der Mikroprozessor hat fast überall Einzug gehalten. Die Zeiträume für Innovationen werden immer kürzer.

Damit wird es auch immer schwieriger, einen Gesamtüberblick über die Füllanlagen und ihre maschinen- und apparatetechnische Basis zu geben und die Halbwertszeit des Verfalls gedruckter Informationen reduziert sich immer mehr.

Andererseits wird es auch immer beschwerlicher, aus den immer „bunter“ werdenden Informationsmaterialien und Publikationen der Maschinen- und Anlagenbauer funktionelle Details zu erkennen.

Dem Unternehmen *KHS AG*, Dortmund, möchte ich für zahlreiche Hinweise, Abbildungen und Ergänzungen danken, ebenso Herrn Dr. *Jahnen* von der Firma *Heuft*.

Ein besonderer Dank gilt Frau *Weber* von der Verpackungsprüfstelle der VLB und den Herren Dr. *Orzinski* und *Pahl* von der Maschinentechnischen Abteilung der VLB.

Der Verlagsabteilung der *VLB Berlin*, vor allem Herrn *Hendel*, und der *KHS AG* gilt mein Dank für die Realisierung des Projektes.

In den Bildunterschriften sind die Quellen vermerkt. Die Abbildungen sind zum überwiegenden Teil den Prospektunterlagen der beiden Hersteller *KHS AG* und *KRONES AG* entnommen. Bei diesen beiden Unternehmen und den nicht genannten Herstellern möchte ich mich vielmals bedanken.

Über kritische Hinweise zum Text würde ich mich sehr freuen.

Frankfurt (Oder), den 1. Oktober 2008

*Hans-J. Manger*